

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-94118

(P2002-94118A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テーマコード(参考)

E 5 F 0 4 1

C

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-208868(P2001-208868)

(22) 出願日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 0 - 5 1 9 5 3

(32) 優先日 平成12年9月4日 (2000.9.4)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 1 - 3 4 4 6 0

(32) 優先日 平成13年6月18日 (2001.6.18)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 591003770

三星電機株式会社

大韓民国京畿道水原市八達區梅灘 3 洞314
番地

(72) 発明者 宋 京 燮

大韓民国ソウル市城東区金湖洞 1 街碧山ア
パート305洞1208号

(72) 発明者 朴 英 豪

大韓民国京畿道水原市八達區遠川洞35番地
遠川アパート103洞408号

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外 1 名)

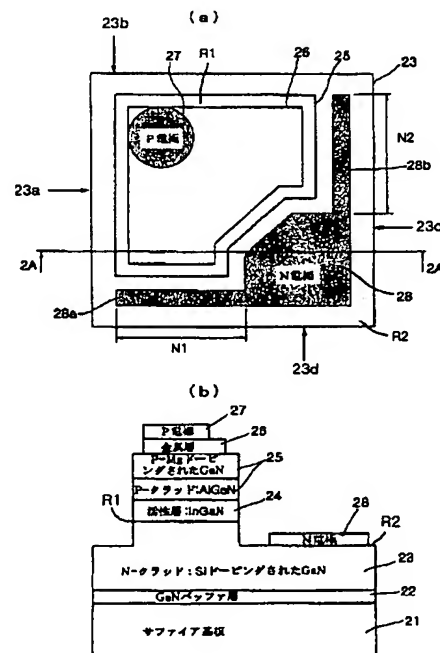
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流密度分散用電極構造を備えた青色発光素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 発光素子の積層構造に対して特別な変更無しに電極位置及びその延長部を改善し急速な温度増加の原因になる電流密度の集中を防止でき、且つ静電気に対する脆弱性を補強し駆動電圧を低減させる青色発光素子を提供する。

【解決手段】 第1導電型窒化物系半導体層23の中心部に設けられた積層構造を含み、該積層構造に含まれる透明金属層26の一部分上に設けられた第1電極27と、積層構造により覆われない前記第1導電型窒化物系半導体層の周辺部R2上に設けられる第2電極28とを備え、前記第1電極及び第2電極の位置を変更し、該電極の延長部を形成することにより、電流密度を効率的に分散させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 略四角形状から成る絶縁基板と、
前記絶縁基板の一表面上全体に互って設けられる第 1 導
電型窒化物系半導体層として、前記窒化物系半導体層の
表面は前記窒化物系半導体層の稜の隣接する表面に沿っ
て設けられる周辺部及び前記周辺部に囲まれる中心部と
に分かれ、

前記窒化物系半導体層の中心部に設けられた積層構造
として前記積層構造は、前記窒化物系半導体層上に設け
られる窒化物系活性層と、前記活性層上に設けられる第
2 導電型窒化物系半導体層と、前記第 2 導電型窒化物系
半導体層上に設けられる透明金属層と、及び前記透明金
属層の一部分上に設けられる第 1 電極とを含み、
前記積層構造により覆われない前記第 1 導電型窒化物系
半導体層の周辺部上に設けられる第 2 電極として、前記
第 2 電極は主部(main portion)と前記主部
から帯状で延長される延長部とから成り、前記主部は前
記第 1 窒化物系半導体層の表面のとなりの二辺から成る
頂点部分(corner)に位置し、前記延長部は前記第
1 導電型窒化物系半導体層の表面の稜に隣接し、前記第
1 導電型窒化物系半導体層の表面の少なくとも一稜に沿
ってその稜に平行に延長されることを特徴とする発光素
子。

【請求項 2】 前記第 1 電極は前記第 2 電極と対角線
上に位置し、前記第 2 電極の延長部は前記第 1 導電型窒
化物系半導体層の周辺部中第 2 電極の主部が隣り合う二
稜に沿って各稜に平行に延長されることを特徴とする請
求項 1 記載の発光素子。

【請求項 3】 前記第 1 電極は前記第 2 電極の主部が隣
接する前記金属層の二稜中いずれか一稜を含む頂点部分
に位置し、前記第 2 電極の延長部は前記第 1 電極と対角
線の上に位置する前記第 1 導電型窒化物系半導体層の頂
点を成す二稜に沿って各稜に平行に設けられることを特
徴とする請求項 1 記載の発光素子。

【請求項 4】 前記第 1 電極は前記第 2 電極の主部と隣
接しない前記透明金属層の二稜中いずれか一稜の中心部
に位置することを特徴とする請求項 1 記載の発光素子。

【請求項 5】 前記第 2 電極の延長部は前記第 1 電極に
隣接しない前記第 1 導電型窒化物系半導体層の稜に沿っ
てその稜に平行に設けられることを特徴とする請求項 4
記載の発光素子。

【請求項 6】 前記第 1 電極は前記透明金属層の中央部
分に位置することを特徴とする請求項 1 記載の発光素
子。

【請求項 7】 前記第 2 電極の延長部は、前記第 1 導電
型窒化物系半導体層の周辺部に該第 1 導電型窒化物系半
導体層の中心部を囲む閉鎖型構造に設けられることを特
徴とする請求項 6 記載の発光素子。

【請求項 8】 略四角形状から成る絶縁基板と、
前記絶縁基板の一表面上全体に互って設けられる第 1 導

電型窒化物系半導体層として、前記窒化物系半導体層の
表面は前記窒化物系半導体層の稜の隣接する表面に沿っ
て形成される周辺部及び前記周辺部に囲まれる中心部と
に分かれ、

前記窒化物系半導体層の中心部に設けられる積層構造
として、前記積層構造は前記窒化物系半導体層上に設け
られる窒化物系活性層と、前記活性層上に設けられる第
2 導電型窒化物系半導体層と、前記第 2 導電型窒化物系
半導体層上に設けられる透明金属層及と、及び前記透明
金属層の一部分上に設けられる第 1 電極とを含み、
前記積層構造により覆われない前記第 1 導電型窒化物系
半導体層の周辺部上に設けられる第 2 電極として、前記
第 2 電極は主部(main portion)と前記主部
から帯状で延長される延長部から成り、前記主部は前記
第 1 窒化物系半導体層の表面の一種の中心部に隣接し、
前記延長部は前記第 1 導電型窒化物系半導体層の表面の
稜に隣接し、前記第 1 導電型窒化物系半導体層の表面の
少なくとも一稜に沿ってその稜に平行に延長されること
を特徴とする発光素子。

【請求項 9】 前記第 1 電極は前記第 2 電極の主部と向
かい合う前記透明金属層の辺の中心部に隣接することを
特徴とする請求項 8 記載の発光素子。

【請求項 10】 前記第 2 電極の延長部は、前記第 1 電
極に隣接しない前記第 1 導電型窒化物系半導体層の稜に
沿ってその稜に平行に設けられることを特徴とする請求
項 9 記載の発光素子。

【請求項 11】 略四角形状から成る絶縁基板と、
前記絶縁基板の一表面上全体に互って設けられる第 1 導
電型窒化物系半導体層として、前記窒化物系半導体層の
表面は前記窒化物系半導体層の稜の隣接表面に沿って設
けられる周辺部及び前記周辺部に囲まれる中心部とに分
かれ、

前記窒化物系半導体層の中心部に設けられる積層構造
として、前記積層構造は、前記窒化物系半導体層上に設
けられる窒化物系活性層と、前記活性層上に設けられる
第 2 導電型窒化物系半導体層と、前記第 2 導電型窒化物
系半導体層上に設けられる透明金属層と、及び前記透明
金属層の一部分上に設けられる第 1 電極とを含み、
前記第 1 電極は主部(main portion)と前記
主部から帯状で延長される延長部から成り、前記主部は
前記金属層表面のとなりの二稜から成る頂点部分(c o
rner)に位置し、前記延長部は前記金属層表面の少
なくとも一稜に沿ってその稜に平行に延長され、
前記積層構造により覆われない前記第 1 導電型窒化物系
半導体層の周辺部上に形成される第 2 電極として、前記
第 2 電極は主部(main portion)と前記主部
から帯状で延長される延長部から成り、前記主部は前記
第 1 窒化物系半導体層表面のとなりの二辺から成る頂点
部分(corner)に位置し、前記延長部は前記第 1 導

電型窒化物系半導体層の表面の稜に隣接し、前記第 1 導

電型窒化物系半導体層の表面の少なくとも一稜に沿ってその稜に平行に延長されることを特徴とする発光素子。

【請求項12】 前記第1電極の主部は前記第2電極の主部と隣接しない前記透明金属層の二稜中いずれか一稜の中心部に位置し、前記第1電極の延長部は前記第1電極の主部と隣接する稜に沿ってその稜に平行に前記第1電極の主部から両方向に延長されることを特徴とする請求項11記載の発光素子

【請求項13】 前記第2電極の延長部は前記第1電極の主部と向かい合う前記第1導電型窒化物系半導体層の辺に延長されることを特徴とする請求項12記載の発光素子。

【請求項14】 前記第1電極は前記第2電極の主部が隣接する前記透明金属層の二稜中いずれか一稜を含む頂点部分に位置し、前記第1電極の延長部は前記第1電極の主部がとなりの二稜に沿って各稜に平行に延長されることを特徴とする請求項11記載の発光素子。

【請求項15】 前記第2電極の延長部は前記第1電極の主部と対角線上に位置する前記第1導電型窒化物系半導体層の頂点を成す二稜に沿って各稜に平行に設けられることを特徴とする請求項14記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は青色発光素子に関するものとして、さらに詳しくは特別な積層構造の変更に無しに電極構造を改善して急速な温度増加の原因になる電流密度の集中を防止できる、静電気に対する脆弱性を補強することができ、また駆動電圧を低減せしめる青色発光素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、短波長領域の光(紫外線～緑色)、殊に青色光を放つことのできる発光素子が脚光を浴びているが、こうした半導体物質にはZnSe(2-6族)及びGa_{0.5}N_{0.5}、InN、AlN(3-5族)等のような窒化物と、こうした窒化物を一定比率で混合した窒化物化合物とがあり、殊にGa_{0.5}N_{0.5}が広く用いられている。

【0003】こうしたGa_{0.5}N_{0.5}物質の結晶成長にはMOCVD(Metal organic Chemical Vapor Deposition)法を用いる。MOCVD法は主に700～1200℃温度の反応容器内に有機化合物反応ガスを供給して基板上に結晶をエビタキシャル層に成長させる方法として、基板にはサファイア基板やSiC基板を用いる。前記サファイア基板やSiC基板を用いる理由は成長する窒化物結晶と結晶構造が同一でありながら格子整合をなす商業的な基板が存在しない為である。更に、その基板上にエビタキシャル層を成長させる場合格子不整合によるストレス(stress)から良質の結晶成長を期待し難い為前記基板とエビタキシャル層との間にバッファ層(buffer layer)と言う低温成長層を設ける。前記の如き構造は青

色を発光することのできるエネルギーギャップを持つGa_{0.5}N半導体結晶を成長させるための制限的構造として知られている。

【0004】こうした制限的な構造を取る青色発光素子は駆動方式においても一般発光素子と相異なる特性を呈し、これについて図1a、1bを参照に説明すると次のとおりである。

【0005】図1は一般発光素子と青色発光素子の駆動方式の違いを示す概略構造図である。図1aに示す如く、一般発光素子は結晶成長の基板役目を果たすウェーハを貫通して発光素子チップを駆動させるのに対して、図1bの青色発光素子は基板を除くチップ上部の薄膜表面を通して駆動される。こうして、青色発光素子の構造は一般発光素子の構造とは異なってプレーナー構造(planar type structure)を成すようになる。

【0006】一方、青色発光素子は一定の電流において一般発光素子に比して相対的に高い駆動電圧を要するものと知られている。図2a及び図2bは、940nm波長の赤外線発光素子A、635nm波長の赤色発光素子B及び450nm波長の青色発光素子Cの順方向への駆動領域の電圧-電流特性を示す。ここで、20mAの定格において赤色発光素子に比して約2倍以上高い駆動電圧を要することが判る。こうした高い駆動電圧はGa_{0.5}N系半導体層の物性とプレーナー構造に起因するものと考えられる。

【0007】こうして、青色発光素子は二つの制限的な特性を呈する。その一つは格子不整合を防止し結晶を成長させる為にサファイア基板及びバッファ層上に半導体層を成長させる構造的制限によるプレーナー構造の駆動方式を取るしかないという制限であり、他の一つは一般発光素子に比して高い駆動電圧を有する固有特性を呈することである。

【0008】結果として、こうした青色発光素子の駆動方式と高い駆動電圧特性とにより製品の信頼度低下及び品質の不安定を招きかねない。

【0009】図3a、3bは従来の青色発光素子の平面図及びA-A線断面図である。図3を参照に、前記の如き青色発光素子が呈する制限的な特性による問題を具体的に説明する。図3aに示す如く、従来の青色発光素子はサファイア基板1と、前記基板1上に設けられたバッファ層2と、前記バッファ層(2)上に設けられ、設定領域に当たる中心部R1及び該中心部R1の周辺領域に当たる周辺部R2とを含むN形窒化物系半導体層3と、前記N形窒化物系半導体層3上に設けられた積層構造とを含む。

【0010】前記積層構造は前記N形窒化物系半導体層3上の中心部R1上に真性窒化物系半導体結晶から形成される活性層4と、前記活性層4上に設けられるP形窒化物系半導体層5と、前記結晶層5上に設けられる金属

層として、前記金属層上の設定領域に、図3に当たる第1電極7とを備える。更に、前記発光素子はN型窒化物系半導体層3上の中心部R1と設定間隙を保ちながら前記N型窒化物系半導体層3上の周辺部R2に設けられるN電極に当たる第2電極8を含む。

【0011】このような従来の青色発光素子はプレーナ構造による駆動方式の特性により表面と界面において注入キャリアが移動することにより電気伝導が発生する。更に、青色発光素子の発光の為、一定面積内での高い駆動電圧により大量の注入キャリア(ここでは電子である)の流れが形成される。該流れによる電流パス(current path; Rp)は上部の電極面積に相応して分布されるので電流密度は図3aの点線で表示する領域Rdにおいて大変高くなり、その周辺へ遠くなるほど低くなる分布を示す。前記点線で表示する領域Rdは結局チップ全体の温度増加を惹起し光の出力を低下させる結果を招く。

【0012】結局、従来の青色発光素子は一般発光素子と異なってプレーナ構造を持ち高い駆動電圧を要することから電流密度が高く形成される領域内に存在する欠陥によりチップ温度の増加を招き、これに伴って例えばESDに脆弱な特性を示すといったような劣化故障を起こすことより、製品の信頼度及び品質の安定化を図る上で根本的な問題を抱えている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記の諸問題を解決する為に案出されたもので、本発明の目的は特別な構造変更無しに、温度増加の原因になる電流密度の集中領域を効率的に分散せしめる電極構造の改善された青色発光素子を提供することである。

【0014】本発明の他の目的は静電気に強い高品質の安定化及び製品の信頼度が向上された青色発光素子を提供することである。

【0015】本発明の更に他の目的は駆動電圧及びチップ内で局部的に発生する急激な温度増加現象を減少せしめる青色発光素子を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記本発明の課題を解決するために、以下のような発明が提供される。請求項1に係る発明によれば、略四角形状から成る絶縁基板と、前記絶縁基板の一表面上全体に互って設けられる第1導電型窒化物系半導体層として、前記窒化物系半導体層の表面は前記窒化物系半導体層の稜の隣接する表面に沿って設けられる周辺部及び前記周辺部に囲まれる中心部とに分かれている前記第1導電型窒化物系半導体層と、前記窒化物系半導体層の中心部上に設けられた積層構造として、前記積層構造は、前記窒化物系半導体層上に設けられる窒化物系活性層と、前記活性層上に設けられる第2導電型窒化物系半導体層と、前記第2導電型窒化物系半導体層上に設けられる透明金属層と及び前記透明金属

造と、前記積層構造により覆われない前記第1導電型窒化物系半導体層の周辺部上に設けられる第2電極として、前記第2電極は主部(main portion)と前記主部から帯状で延長される延長部とから成り、前記主部は前記第1窒化物系半導体層の表面のとなりの二辺から成る頂点部分(corner)に位置し、前記延長部は前記第1導電型窒化物系半導体層の表面の稜に隣接し、前記第1導電型窒化物系半導体層の表面の少なくとも一稜に沿ってその稜に平行に延長されている前記第2電極と、からなることを特徴とする青色発光素子が提供される。

【0017】請求項2に係る発明によれば、前記第1電極は前記第2電極と対角線上に位置し、前記第2電極の延長部は前記第1導電型窒化物系半導体層の周辺部中第2電極の主部が隣り合う二稜に沿って各稜に平行に延長されることを特徴とする請求項1記載の青色発光素子が提供される。

【0018】請求項3に係る発明によれば、前記第1電極は前記第2電極の主部が隣接する前記金属層の二稜中いずれか一稜を含む頂点部分に位置し、前記第2電極の延長部は前記第1電極と対角線上に位置する前記第1導電型窒化物系半導体層の頂点を成す二稜に沿って各稜に平行に設けられることを特徴とする請求項1記載の青色発光素子が提供される。

【0019】請求項4に係る発明によれば、前記第1電極は前記第2電極の主部と隣接しない前記透明金属層の二稜中いずれか一稜の中心部に位置することを特徴とする請求項1記載の青色発光素子が提供される。

【0020】請求項5に係る発明によれば、前記第2電極の延長部は前記第1電極に隣接しない前記第1導電型窒化物系半導体層の稜に沿ってその稜に平行に設けられることを特徴とする請求項4記載の青色発光素子が提供される。

【0021】請求項6に係る発明によれば、前記第1電極は前記透明金属層の中央部分に位置することを特徴とする請求項1記載の青色発光素子が提供される。

【0022】請求項7に係る発明によれば、前記第2電極の延長部は、前記第1導電型窒化物系半導体層の周辺部に該第1導電型窒化物系半導体層の中心部を囲む閉鎖型構造に設けられることを特徴とする請求項6記載の青色発光素子が提供される。

【0023】請求項8に係る発明によれば、略四角形状から成る絶縁基板と、前記絶縁基板の一表面上全体に互って設けられる第1導電型窒化物系半導体層として、前記窒化物系半導体層の表面は前記窒化物系半導体層の稜の隣接する表面に沿って形成される周辺部及び前記周辺部に囲まれる中心部とに分かれている前記第1導電型窒化物系半導体層と、前記窒化物系半導体層の中心部上に設けられる積層構造として、前記積層構造は前記窒化物

10

20

30

40

50

系半導体層上に設けられる窒化物系活性層と、前記活性層上に設けられる第2導電型窒化物系半導体層と、前記第2導電型窒化物系半導体層上に設けられる透明金属層と、及び前記透明金属層の一部分上に設けられる第1電極とを含む前記積層構造と、前記積層構造により覆われない前記第1導電型窒化物系半導体層の周辺部上に設けられる第2電極として、前記第2電極は主部(main portion)と前記主部から帯状で延長される延長部から成り、前記主部は前記第1窒化物系半導体層の表面の一端の中心部に隣接し、前記延長部は前記第1導電型窒化物系半導体層の表面の稜に隣接し、前記第1導電型窒化物系半導体層の表面の少なくとも一端に沿ってその稜に平行に延長されている前記第2電極と、からなることを特徴とする青色発光素子が提供される。

【0024】請求項9に係る発明によれば、前記第1電極は前記第2電極の主部と向かい合う前記透明金属層の辺の中心部に隣接することを特徴とする請求項8記載の青色発光素子が提供される。

【0025】請求項10に係る発明によれば、前記第2電極の延長部は、前記第1電極に隣接しない前記第1導電型窒化物系半導体層の稜に沿ってその稜に平行に設けられることを特徴とする請求項9記載の青色発光素子が提供される。

【0026】請求項11に係る発明によれば、略四角形状から成る絶縁基板と、前記絶縁基板の一表面上全体に互って設けられる第1導電型窒化物系半導体層として、前記窒化物系半導体層の表面は前記窒化物系半導体層の稜の隣接表面に沿って設けられる周辺部及び前記周辺部に囲まれる中心部とに分かれている前記第1導電型窒化物系半導体層と、前記窒化物系半導体層の中心部上に設けられる積層構造として、前記積層構造は、前記窒化物系半導体層上に設けられる窒化物系活性層と、前記活性層上に設けられる第2導電型窒化物系半導体層と、前記第2導電型窒化物系半導体層上に設けられる透明金属層と、及び前記透明金属層の一部分上に設けられる第1電極とを含む前記積層構造と、前記第1電極は主部(main portion)と前記主部から帯状で延長される延長部から成り、前記主部は前記金属層表面のとなりの二稜から成る頂点部分(corner)に位置し、前記延長部は前記金属層表面の少なくとも一端に沿ってその稜に平行に延長されている前記積層構造と、前記積層構造により覆われない前記第1導電型窒化物系半導体層の周辺部上に形成される第2電極として、前記第2電極は主部(main portion)と前記主部から帯状で延長される延長部から成り、前記主部は前記第1窒化物系半導体層表面のとなりの二辺から成る頂点部分(corner)に位置し、前記延長部は前記第1導電型窒化物系半導体層の表面の稜に隣接し、前記第1導電型窒化物系半導体層の表面の少なくとも一端に沿ってその稜に平行に延長されている前記第2電極と、からなることを特

徴とする青色発光素子が提供される。

【0027】請求項12に係る発明によれば、前記第1電極の主部は前記第2電極の主部と隣接しない前記透明金属層の二稜中いずれか一稜の中心部に位置し、前記第1電極の延長部は前記第1電極の主部と隣接する稜に沿ってその稜に平行に前記第1電極の主部から両方向に延長されることを特徴とする請求項11記載の青色発光素子が提供される。

【0028】請求項13に係る発明によれば、前記第2電極の延長部は前記第1電極の主部と向かい合う前記第1導電型窒化物系半導体層の辺に延長されることを特徴とする請求項12記載の青色発光素子が提供される。

【0029】請求項14に係る発明によれば、前記第1電極は前記第2電極の主部が隣接する前記透明金属層の二稜中いずれか一稜を含む頂点部分に位置し、前記第1電極の延長部は前記第1電極の主部がとなりの二稜に沿って各稜に平行に延長されることを特徴とする請求項11記載の青色発光素子が提供される。

【0030】請求項15に係る発明によれば、前記第2電極の延長部は前記第1電極の主部と対角線上に位置する前記第1導電型窒化物系半導体層の頂点を成す二稜に沿って各稜に平行に設けられることを特徴とする請求項14記載の青色発光素子が提供される。

【0031】即ち前記本発明の目的を成し遂げるために、本発明の青色発光素子は略四角形状から成る絶縁基板と、前記絶縁基板の一表面上全体に互って設けられる第1導電型窒化物系半導体層とを含み、該窒化物系半導体層はその稜の隣接する表面に沿って設けられる周辺部及び前記周辺部に囲まれる中心部とに分かれる表面を備える。そして、前記青色発光素子は前記窒化物系半導体層の中心部上に設けられる積層構造を含み、前記積層構造は前記窒化物系半導体層上に設けられる窒化物系活性層と、前記活性層上に設けられる第2導電型窒化物系半導体層と、前記第2導電型窒化物系半導体層上に設けられる透明金属層及び前記透明金属層の一部分上に設けられる第1電極とを含む。更に、前記積層構造により覆われない前記第1導電型窒化物系半導体層の周辺部上に設けられる第2電極を含む。前記絶縁基板にはサファイア基板を用いることができ、更に、サファイア基板上にGaNバッファ層を更に設けることを含む。

【0032】ここで、前記第1電極はP電極に定義され前記第2電極はN電極に定義される。そして、第1導電型窒化物系半導体層(図面ではSiドーピングしたGaNと表示される層を称す)上の周辺部は前記活性層が設けられずに露出される端部、即ち稜に隣接する表面に沿って形成される低い面として、前記活性層一部の設定位置に第2電極が形成される領域に定義され、前記第1導電型窒化物系半導体層上の中心部は図4及び図8に示す如く、前記周辺部により囲まれ突出した平面部分として、活性層が形成される領域に定義される。

【0033】前記ハット層はGa_xN、前記第1導電型窒化物系半導体層はSiがドーピングされたGa_xN、前記活性層はIn_{1-x}Ga_xN(0<x≤1)、そして前記P形窒化物系半導体層はAl_{1-x}Ga_xN(0<x≤1)層及びMgがドーピングされたGa_xNから夫々成る青色発光素子であり得る。こうした組成は最近最も一般に具現される青色発光素子を説明したものである。これは本発明の他実施例による青色発光素子にも適用される。

【0034】このような発光素子において、前記第1電極及び第2電極の位置を変更させ、前記電極の延長部を形成することにより、このような電極及びその延長部により電流密度を効率的に分散することができ、従来の発光素子の積層構造に対する特別な変更無しに電極位置及びその延長部を改善し急速な温度増加の原因になる電流密度の集中を防止でき、更に静電気に対する脆弱性を補強でき駆動電圧を低減せしめることができる。

【0035】前記の如く、電極構造の改善に関心が注がれる理由は、青色発光素子の製造工程及び材料においては大幅な変更が無く新規装備の購入や材料開発を行わなくとも金属パターン工程の改善だけで青色発光素子が抱える問題、即ち電流密度の集中による温度増加、静電気に対する脆弱性、高い駆動電圧等を緩和させ製品の品質安定化と信頼度の向上を図れる為である。

【0036】ここで、電極構造において最も重視して考慮すべき事項は如何なる電極構造、即ち電極位置及びその延長部が電流密度をより効率的に分散できるかという点である。こうした分散効率を向上させる為、第1電極と第2電極の形成位置と、前記各電極から延長される延長部を備える青色発光素子中前記N形半導体層上の中心部との設定間隙とを変更させながら多数の試験及び研究を繰り返すことにより、電流密度をより効率的に分散させ、従来の青色発光素子の積層構造に対する特別な変更無しに、簡単に電極構造を改善して電流密度分散能が優れ、静電気強く駆動電圧を低減せしめ、結局品質の安定性及び信頼性を向上せしめる好ましき実施形態を見出した。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき各実施形態を説明する。

【0038】先ず、本発明の第1実施形態による青色発光素子について説明する。

【0039】図4は本発明の第1実施形態による青色発光素子の平面図及び2A-2A線断面図を示す。図4に示す如く、本発明による第1実施形態の青色発光素子は略四角形状から成る絶縁基板21と、前記絶縁基板の一表面上全体に亘って設けられる第1導電型窒化物系半導体層23とを含み、該窒化物系半導体層23はその稜23a~23dの隣接する表面に沿って設けられ露出される周辺部R2及び前記周辺部R2に囲まれる中心部R1とに分かれる表面を備える。前記絶縁基板21と第1導

電型窒化物系半導体層

【0040】更に、前記青色発光素子は前記窒化物系半導体層23の中心部に設けられる積層構造を含み、該積層構造は前記窒化物系半導体層上に設けられる窒化物系活性層24と、前記活性層24上に設けられる第2導電型の窒化物系半導体層25と、前記第2導電型の窒化物系半導体層25上に設けられる透明金属層26と、更に前記透明金属層26の一部分上に設けられる第1電極27とを含む。

【0041】そして、本発明の第1実施形態による青色発光素子は前記積層構造により覆われない前記第1導電型窒化物系半導体層23の周辺部R2上に設けられる第2電極を含み、前記第2電極は主部(main portion)28と、該主部28から帯状で延長される延長部28a、28bとから成り、前記主部28は前記第1窒化物系半導体層23表面の隣り合う二稜23c、23dによる頂点部(corner)に位置し、前記延長部28a、28bは前記第1導電型窒化物系半導体層23表面の稜23c、23dに隣接し、前記第1導電型窒化物系半導体層23表面の少なくとも一稜23c又は23dに沿ってその稜に平行に延長される。

【0042】好ましくは、前記第1電極27は前記第2電極の主部28と対角線上に位置させ、前記第2電極の延長部28a、28bは前記第1導電型窒化物系半導体層23の周辺部中第2電極の主部28が隣り合う二稜に沿って各稜23c、23dに平行に延長される。前記第1導電型窒化物系半導体層23上の周辺部R2に設けられる第2電極の延長部28a、28b、即ち横方向に延長される領域N1と縦方向に延長される領域N2を通して、図3の電流密度集中領域Dが分散される為、電流密度の集中に起因する電流クラウディング(current crowding)現象を減少せしめることができる。

【0043】図5ないし図7は本発明の第1実施例の変形例による青色発光素子の平面図として、図5を参照すると、前記第1電極27は前記第2電極の主部28が隣接する前記透明金属層26の二稜中いずれか一稜を含む頂点部に位置する。そして、前記第2電極の延長部28aは前記第1電極27と対角線上に位置する前記第1導電型窒化物系半導体層23の頂点を成す二稜23a、23dに沿って各稜に平行に形成される。

【0044】更に、図6を参照すれば、前記第1電極27は前記第2電極の主部28と隣接しない前記透明金属層26の二稜中いずれか一稜の中心部に位置し、前記第2電極の延長部28aは前記第1導電型窒化物系半導体層26上の周辺部R2から前記中心部R1を中心にその周辺の両方向へ延長される。即ち、前記第1電極27に隣接しない前記第1導電型窒化物系半導体層の稜23a、23dに沿ってその稜23a、23dに平行に設け

られる。

【0045】そして、図7を参照すれば、前記第1電極27は前記透明金属層26の中央部分に位置し、前記第2電極の延長部28aは前記第1導電型窒化物系半導体層26上の周辺部R2から前記中心部R1を中心にその周辺の両方向へ延長され第1導電型窒化物系半導体層26の四稜23a～23dに全て設けられ、結局前記中心部R1を囲む四角形閉鎖型パターンに形成される。

【0046】本発明の第1実施例の変形例による電極構造、即ち電極及びその延長部を通して、図3の電流密度集中領域Dが四方に分散される為、電流密度の集中に起因する電流クラウディング(current crowding)現象をより減少せしめることができる。

【0047】上述の如く、前記第1電極の形成位置は多様に変更可能で、このような電極位置は本発明の他実施例にも適用することができる。

【0048】一方、前記第2電極の主部28及びその延長部28aは前記中心部R1から設定間隙を保つが、該設定間隙は5 μ m-20 μ m間の任意の間隙になるよう構成するのが好ましく、こうした間隙は本発明の他実施例による青色発光素子にも適用される。これは一般に用いられる青色発光素子の前記間隙を考慮したものとして、これに制限されるものではなく製品の規格により多様に適用され得る。製品のサイズが最適化され小型化される趨勢に伴ってその数値はもっと下がり兼ねない。

【0049】このような本発明の第1実施形態による青色発光素子において、前記第1導電型窒化物系半導体層23上の周辺部R2に設けられた第2電極の延長部28a、即ち図4aに示す横方向に延長される領域N1と縦方向に延長される領域N2を通して、図3の電流密度集中領域Dが分散される為、電流密度の集中に起因する電流クラウディング(current crowding)現象を減少することができる。

【0050】続いて、本発明の第2実施形態による青色発光素子について説明する。

【0051】図8a、6bは本発明の第2実施形態による青色発光素子の平面図及び3A-3A線断面図である。図8に示す如く、本発明による第2実施形態による青色発光素子は略四角形状から成る絶縁基板31と、前記絶縁基板の一表面上全体に互って設けられる第1導電型窒化物系半導体層33とを含み、該窒化物系半導体層33はその稜33a～33dの隣接する表面に沿って設けられる周辺部R2及び前記周辺部R2に囲まれる中心部R1とに分かれる表面を備える。前記絶縁基板31と第1導電型窒化物系半導体層33との間にはバッファ層

32を更に含む。

【0052】更に、前記青色発光素子は前記窒化物系半導体層の中心部に設けられる積層構造を含み、前記積層構造は前記窒化物系半導体層上に設けられる窒化物系活性層34と、前記活性層34上に設けられる第2導電型窒化物系半導体層35と、前記第2導電型窒化物系半導体層35上に設けられる透明金属層36及び前記透明金属層36の一部分上に設けられる第1電極37とを含む。

【0053】そして、本発明の第2実施形態による青色発光素子は前記積層構造により覆われない前記第1導電型窒化物系半導体層33の周辺部R2上に設けられる第2電極を含み、前記第2電極は主部38(main portion)と該主部38から帯状で延長される延長部38a、38bとから成り、前記主部38は前記第1窒化物系半導体層33表面の稜33cの中心部に隣接し、前記延長部38a、38bは前記第1導電型窒化物系半導体層33表面の稜33b、33c、33dに隣接し、前記第1導電型窒化物系半導体層33表面の少なくとも一稜に沿って該稜に平行に延長される。

【0054】好ましくは、前記第1電極37は前記第2電極の主部38と向き合う前記透明金属層36の辺の中心部に隣接し、前記第2電極の延長部38a、38bは前記第1電極37に隣接しない前記第1導電型窒化物系半導体層33の稜33b、33c、33dに沿って該稜33b、33c、33dに平行に設けられる。こうした本発明の第2実施例による電極構造、即ち電極の主部及びその延長部を通して、図3の電流密度集中領域Dが四方に分散される為、電流密度の集中に起因する電流クラウディング(current crowding)現象をより減少せしめることができる。

【0055】他方、静電気(ESD:Electrostatic Discharging)に対する耐性を確認する為に、図3に示す従来の青色発光素子と、図8に示す本発明の第2実施形態による青色発光素子に対して同一な静電気(ESD)試験条件、即ち、3mm(3 ϕ)径の各ランプに対して200Vの印加電圧を200pFのキャパシターに充電させた後、0 Ω の抵抗で各ランプに順方向(forward)への瞬間放電を1秒間隙で施す条件で静電気(ESD)試験を行い、これに対する試験結果として、従来の試験結果は下記表1に、本発明の試験結果は下記表2に示す。

【0056】

【表1】

13

図3の従来の青色発光素子の 静電気(ESD)試験前			
	Vf(V)	Po(mW/sr)	Iv(cd)
1	3.50	2.3004	0.1485
2	3.32	2.9898	0.1873
3	3.37	3.5225	0.1968
4	3.48	3.3217	0.1999
5	3.34	3.5914	0.2248
6	3.37	3.3670	0.1959
7	3.50	3.0425	0.1715
8	3.41	3.2889	0.2039
9	3.38	3.1178	0.1797
10	3.46	1.9343	0.1135
平均	3.41	3.0474	0.1822
偏差	0.07	0.5335	0.0318

14

図3の従来の青色発光素子の 静電気(ESD)試験後				
	Vf(V)	Po(mW/sr)	Iv(cd)	
1				故障
2	3.38	3.0591	0.1923	
3	3.35	3.1015	0.1760	
4	3.38	1.8834	0.1222	
5	3.32	3.6457	0.2302	
6	3.38	3.1282	0.1870	
7				故障
8				故障
9				故障
10	3.45	2.1185	0.1230	
平均	3.37	2.8221	0.1718	
偏差	0.04	0.8758	0.0422	

【表2】

図8の本発明の青色発光素子の 静電気(ESD)試験前			
	Vf(V)	Po(mW/sr)	Iv(cd)
1	3.24	1.9128	0.1590
2	3.25	3.5098	0.2838
3	3.24	2.2783	0.1931
4	3.28	3.1015	0.2488
5	3.23	2.1798	0.1799
6	3.23	2.4579	0.2040
7	3.25	2.4246	0.2004
8	3.23	2.3103	0.1954
9	3.30	2.8122	0.2215
10	3.23	2.6388	0.2187
平均	3.25	2.5626	0.2105
偏差	0.02	0.4713	0.0354

図8の本発明の青色発光素子の 静電気(ESD)試験後				
	Vf(V)	Po(mW/sr)	Iv(cd)	
1	3.22	1.8385	0.1544	
2	3.22	2.9615	0.2446	
3	3.43	1.9416	0.1654	
4	3.22	2.8606	0.2338	
5	3.08	0.7413	0.0721	
6	3.22	2.4246	0.2080	
7	3.25	2.2248	0.1868	
8	3.22	2.0674	0.1750	
9	3.28	2.3888	0.1903	
10	3.21	2.0611	0.1740	
平均	3.23	2.1510	0.1802	
偏差	0.09	0.6183	0.0477	

前記表1及び表2での静電気試験項目、即ちVf(V)は順方向への駆動電圧、Poは光出力パワー、Ivは輝度を示す。

【0057】前記表1に示す如く、図1の従来の青色発光素子は静電気試験において全試験中40%が故障を起し、表2に示す如く、図8の本発明の青色発光素子は静電気試験において故障が無く、このような静電気試験を経た結果、本発明の青色発光素子は従来の青色発光素子に比して静電気強いことが判る。

【0058】次に、本発明の第3実施形態による青色発光素子について説明する。

【0059】図9は本発明の第3実施形態による青色発光素子の平面図で、図10は本発明の第3実施形態に対する変形例による青色発光素子の平面図として、図9及び図10に示す本発明の青色発光素子は第1電極、第2

電極及び前記電極の延長部を除く残りの構成及び構造は前記本発明の第1及び第2実施例において示した発光素子と同一な為、この同一な構成及び構造については説明を略する。

40 【0060】本発明の第3実施例による青色発光素子は前記説明した積層構造に含まれる透明金属層46の一部上に設けられる第1電極と、積層構造により覆われない前記第1導電型窒化物系半導体層の周辺部R2上に設けられる第2電極とを含む。

50 【0061】前記第1電極は主部47(main portion)と前記主部47から帯状で延長される延長部47a、47bとから成り、前記主部47は前記金属層46表面の隣り合う二稜から成る頂点部分(corner)に位置し、前記延長部47a、47bは前記金属層46表面の少なくとも一稜に沿ってその稜に平行に延長

される。そして、前記第2電極は主部48(main portion)と前記主部48から帯状で延長される延長部48aとから成り、前記主部48は前記第1窒化物系半導体層43表面の隣り合う二稜43c、43dから成る頂点部分(corner)に位置し、前記延長部48aは前記第1導電型窒化物系半導体層43表面の稜43dに隣接し、前記第1導電型窒化物系半導体層43表面の少なくとも一稜に沿ってその稜に平行に延長される。

【0062】好ましくは、図9に示す如く、前記第1電極の主部47は前記第2電極の主部48と隣接しない前記透明金属層46の二稜中いずれか一稜の中心部に位置し、前記第1電極の延長部47a、47bは前記第1電極の主部47と隣接しない稜に沿ってその稜に平行に前記第1電極の主部47から両方向に延長される。そして、前記第2電極の延長部48aは前記第1電極の主部47と向かい合う前記第1導電型窒化物系半導体層43の稜43dに設けられる。

【0063】図10を参照すれば、前記第1電極の主部47は前記第2電極の主部48が隣接する前記透明金属層46の二稜中いずれか一稜を含む頂点部分に位置し、前記第1電極の延長部47a、47bは前記第1電極の主部47が隣り合う前記透明金属層46の稜に沿ってその稜に平行に延長される。そして、前記第2電極の延長部48aは前記第1電極の主部47と対角線上に位置する前記第1導電型窒化物系半導体層43の頂点を成す二稜43a、43dに沿って各稜に平行に設けられる。

【0064】こうした本発明の第3実施例及びその変形例による電極の主部及びその延長部により、図3の電流密度集中領域(D)が均一に分散される為、電流密度の集中に起因する電流クラウディング(current crowding)現象をより減少させることができる。

【0065】上述の如く本発明の実施例は単なる例に過ぎず、例えば、前記周辺部に設けられる第2電極が活性層の設けられるN形半導体層上の中心部と所定距離を保つのは、前記電極の延長部を通して集中する電流密度を分散せしめる程の距離を意味する。従って、当該技術分野における熟練者であれば本発明の青色発光素子の第1電極の延長部や第2電極の延長部を容易に変形又は改造して用いることができるが、電流密度の効率的な分散の為の第1電極の延長又は第2電極の延長は本発明の思想と範囲に含まれることに想到することが明らかである。

【0066】こうした本発明の延長部により集中された電流密度のバスを電極の延長部に分散させ急激な温度増加を防止できる為である。即ち、青色発光素子の如く、チップ内で電流密度の効率的な分散が要求されるプレーナー式半導体デバイスでも多様な形態で適用されることができる。

【0067】

【発明の効果】上述の如く、本発明による青色発光素子は電極の延長部により局部的に集中する電流バスを分散

させることでチップ内部の温度偏差を減少せしめ急激な温度増加を防止できる。

【0068】更に、青色発光素子は基本的に静電気に脆弱な特性を呈するが、本発明の青色発光素子は静電気にも強い特性を呈するとの効果を奏する。

【0069】そして、本発明による青色発光素子は従来の青色発光素子において問題になる駆動電圧の減少を期待することができる。

【0070】従って、電流バスの集中による高電流密度による急速な温度増加と、ESDに弱い特性を改善することにより青色発光素子の信頼度の向上と品質の安定化を図ることができる。

【0071】更に、本発明による延長される電極板構造を、電流バスの集中による発熱減少が問題になる他プレーナー構造の半導体素子に適用して良質の半導体素子製品を図ることができる。

【0072】以上の説明は本発明の一実施例についての説明に過ぎず、本発明はその構成の範囲内で多様に変更及び改造が可能である。例えば、前記詳細な説明では金属パターン工程のみ制御することにより金属パターンを延長する例のみ開示しているが、基本構造にエピタキシャル層を成長させた後にN形半導体層上にエッチングする既存のパターンを変える等の基本工程に変更させても適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1a、1bは一般発光素子と青色発光素子の駆動方式による構造差を示す概略図である。

【図2】図2a、2bは赤外線発光素子、赤色発光素子、青色発光素子の電流-電圧特性及び印加電流-温度変化特性を示すグラフである。

【図3】図3a、3bは従来の青色発光素子の平面図及びA-A線断面図である。

【図4】図4a、4bは本発明の第1実施形態による青色発光素子の平面図及び2A-2A線断面図である。

【図5】図5は本発明の第1実施例に対する変形例による青色発光素子の平面図である。

【図6】図6は本発明の第1実施例に対する変形例による青色発光素子の平面図である。

【図7】図7は本発明の第1実施例に対する変形例による青色発光素子の平面図である。

【図8】図8a、8bは本発明の第2実施形態による青色発光素子の平面図及び3A-3A線断面図である。

【図9】図9は本発明の第3実施形態による青色発光素子の平面図である。

【図10】図10は本発明の第3実施形態に対する変形例による青色発光素子の平面図である。

【符号の説明】

21、31：サファイア基板

22、32：バッファ層

23、33、43：N形窒化物半導体層

24、34 : 活性層
 25、35、45 : P形窒化物半導体層
 26、36、46 : 透明金属層
 27、37 : 第1電極

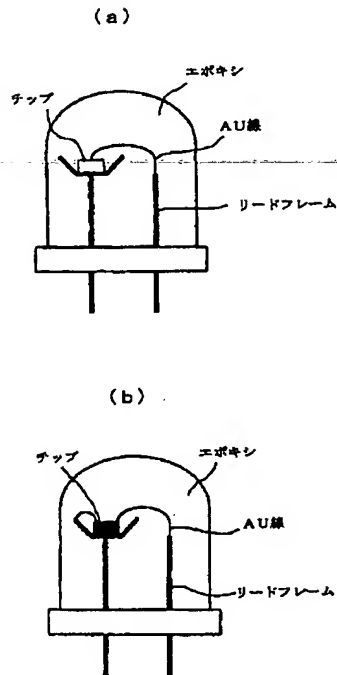
* 28、38、48 : 第2電極の主部

47 : 第1電極の主部

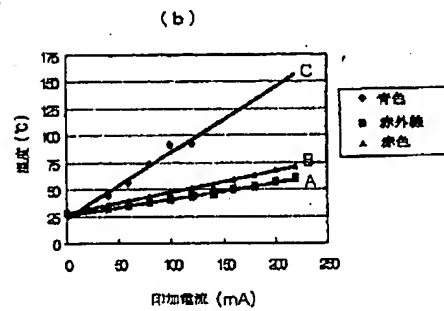
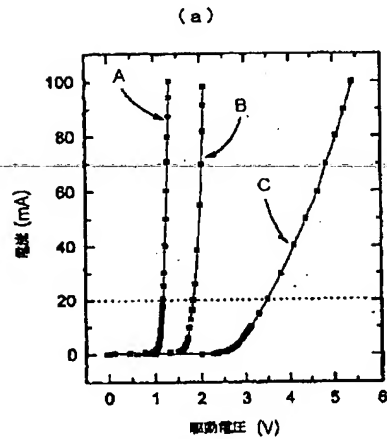
28a、38a、48a : 第2電極の延長部

* 27a、47a : 第1電極の延長部

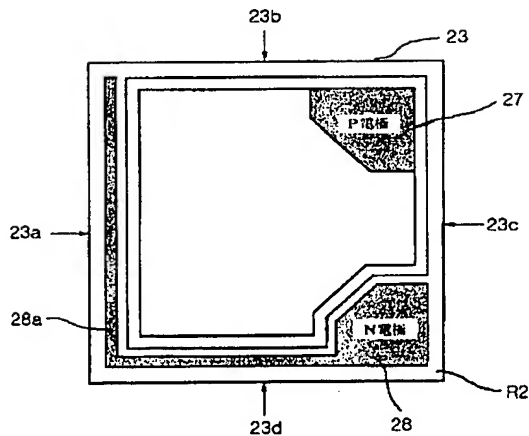
【図1】



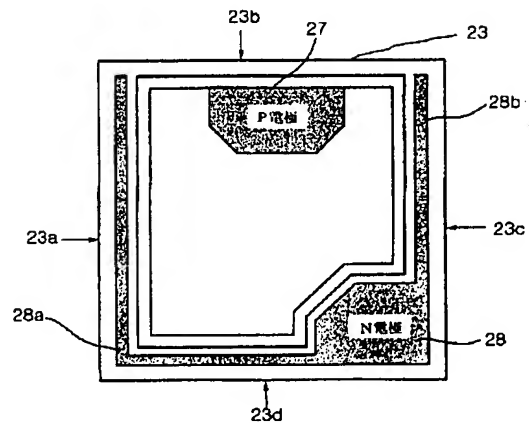
【図2】



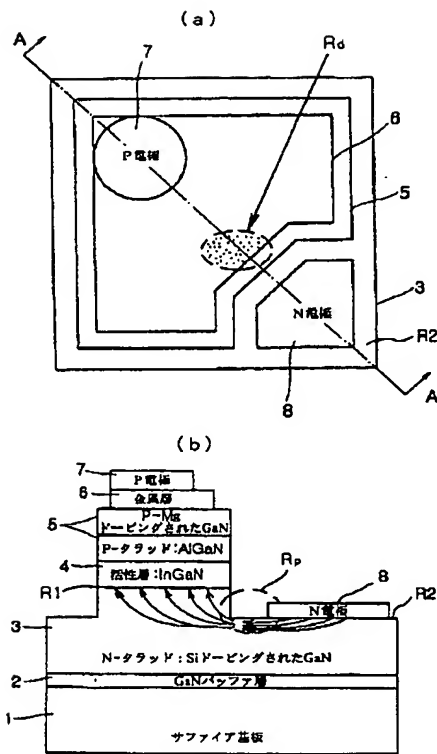
【図5】



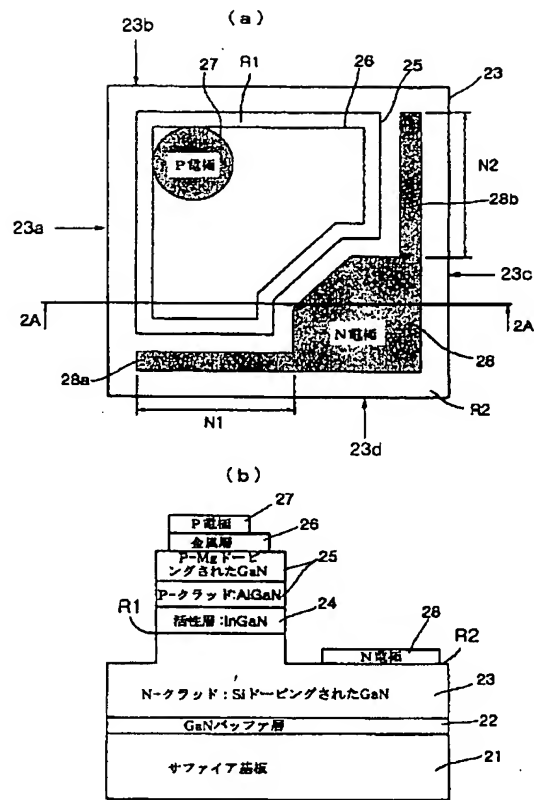
【図6】



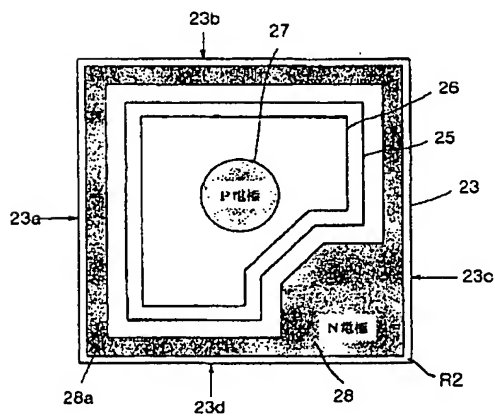
【図3】



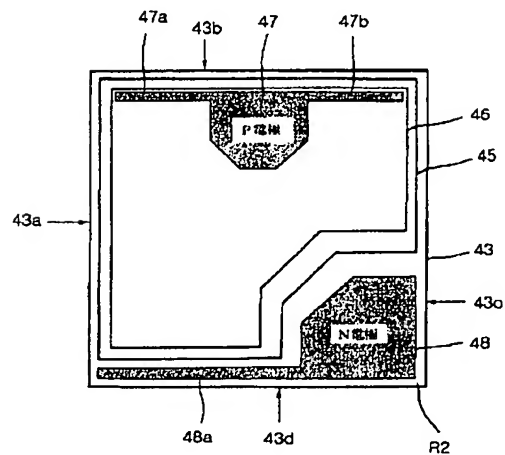
【図4】



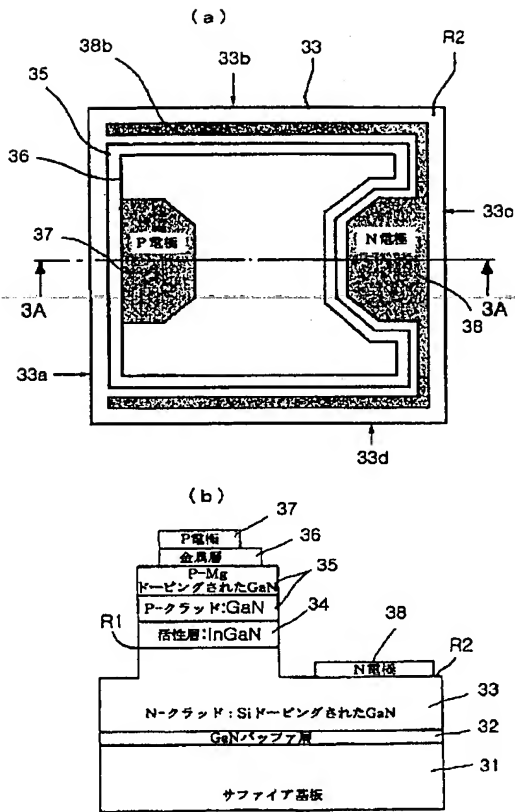
【図7】



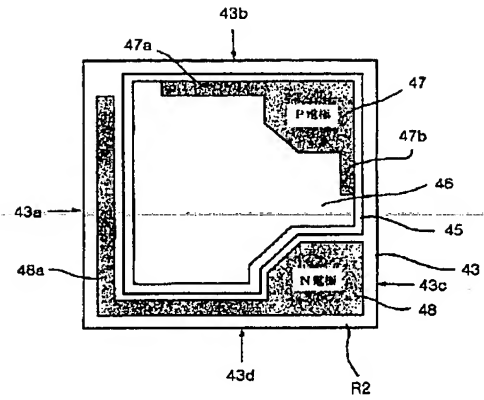
【図9】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 崔 燮 福
大韓民国京畿道水原市八達区仁溪洞スンキ
ュンアパート304洞1404号

Fターム(参考) 5F041 AA22 AA43 CA40 CA46 CA93